

# Universidad del Salvador

## Escuela de Agronomía



### Evaluación del comportamiento de producción y economía de distintos Híbridos de maíz en el Noreste de la Prov. de BsAs.

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERIA AGRONOMA

PRESENTADO POR

*Oviedo María Laura*

BAJO LA DIRECCION DEL INGENIERO AGRONOMO

Mousegne Fernando

## INDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>4</b>
<b>PRÓLOGO.....</b>	<b>5</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>6</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
- Historia de los Híbridos.....	9
- Taxonomía.....	11
- El cultivo de Maíz (Zea mays L.).....	11
- Maíces según latitudes.....	12
<b>PRODUCCIÓN MUNDIAL .....</b>	<b>13</b>
- Países productores.....	13
- Producción, participación, consumo interno y stock inicial en la campaña 2016/2017.....	13
- Balance comercial mundial.....	15
- Relación stock/Consumo mundial.....	16
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>17</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
<b>CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA .....</b>	<b>18</b>
- Registro de precipitaciones .....	19
<b>SUELO .....</b>	<b>20</b>
<b>HISTORIA DEL LOTE .....</b>	<b>22</b>
<b>LABORES .....</b>	<b>22</b>

<b>DISEÑO EXPERIMENTAL.....</b>	<b>27</b>
- Híbridos a comparar .....	27
- Evaluaciones.....	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>28</b>
- Num Plantas y num. Granos/espiga .....	28
- Numero de espigas, plantas y rendimientos .....	29
- Análisis económico .....	31
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
- Análisis FODA de la cadena de valor del maíz .....	37
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>38</b>



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

## INDICE DE TABLAS

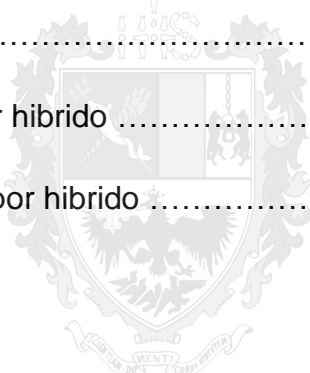
Tabla 1: Variedades de maiz.....	18
Tabla 2: Características y propiedades Argiudol típico.....	21
Tabla 3: N° de plantas y n° de gr/espiga.....	28
Tabla 4: N° de plantas,n°espigas y rendimientos.....	29
Tabla 5: Margen bruto promedio.....	32
Tabla 6: Margen bruto por Híbrido.....	32



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Producción de Maíz Mundial 2016/17.....	13
Ilustración 2: Participación mundial de países en la prod. Mundial.....	14
Ilustración 3:% Participación mundial de países en la prod. Mundial .....	14
Ilustración 4: Principales exportadores mundiales de maíz.....	15
Ilustración 5: Balance comercial mundial .....	15
Ilustración 6: Relación Stock/Consumo Mundial.....	16
Ilustración 7: Ubicación Ensayo .....	19
Ilustración 8: precipitaciones, evapotranspiración . y balance hídrico en el desarrollo del cultivo.....	19
Ilustración 9: rendimiento por híbrido .....	30
Ilustración 10:Margen bruto por híbrido .....	33



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

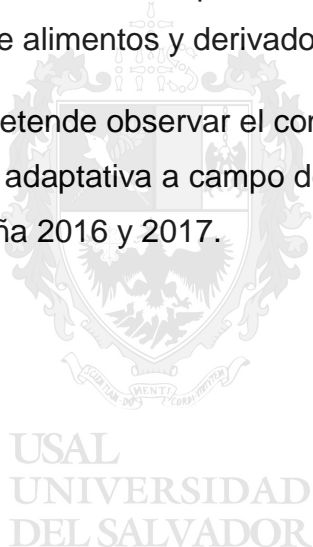
## Prologo

En el siguiente trabajo final de grado, tesis titulada “ensayo de comportamiento de diferentes híbridos de maíz” se investiga, analiza, y demuestra el crecimiento que ha experimentado dicho cultivo en nuestro país los últimos años; por la generación y adopción de tecnologías adecuándose a la diversidad de nuestros sistemas productivos.

La mejora de rendimientos por el avance de la siembra directa, de la creación y difusión de cultivares adaptados a diferentes condiciones de suelo, clima y adversidades biológicas, adecuando las prácticas de manejo, han alcanzado el éxito en diferentes ámbitos productivos.

Hoy el maíz es uno de los cereales más importantes de los que depende la humanidad para proveerse de alimentos y derivados industriales.

Se trata de un ensayo que pretende observar el comportamiento productivo mediante la experimentación adaptativa a campo de diferentes híbridos del cultivo de maíz, en la campaña 2016 y 2017.



## Agradecimientos

**A mis padres:** que siempre confiaron en mí, que me apoyaron todos estos años de esfuerzos y dedicación, que nunca dejaron que baje los brazos, alentándome en cada rendida. Ellos más que nadie merecen un reconocimiento por todo lo que han hecho por mí durante estos años de estudios y en la vida; brindándome la posibilidad de estudiar y ayudándome a crear mi futuro.

**A mis abuelos:** que disfrutaban cada uno de mis logros como si fueran propios, que me hicieron conocer el amor más puro y hermoso, gracias abuelos por acompañarme siempre.

**A mi docente y titular de tesis:** Prof. Ingeniero Agrónomo Ms. Fernando J. Mousegne, un gran profesional, que nos ha formado a todos los alumnos que tuvimos el agrado de tenerlo como profesor, que es sumamente admirable por sus infinitas ganas de compartir conocimientos y experiencias. Ante todo es una excelente persona, digna de recibir un reconocimiento personal.

**A mis amigos:** Son parte fundamental de este logro y nunca podría imaginar una vida sin ellos, siempre presentes en todo momento y apoyándome a que podía llegar dando lo mejor de mí.

**A mis compañeros:** ellos que más que compañeros se transformaron en mis amigos, compartiendo noches largas y fin de semanas de estudios, entre libros y mates. Ellos siempre hicieron todo más fácil.

## Resumen

El propósito de esta tesis es destinado para la obtención del título de ingeniería agrónoma, luego de una investigación y análisis de carácter científico.

El objetivo de este trabajo ha tenido la finalidad de estudiar el comportamiento y la adaptabilidad de diferentes semillas de híbridos de maíz, con la expectativa de diferenciar el rendimiento al finalizar el ciclo productivo.

El ensayo se realizó en la provincia de Buenos Aires en San Antonio de Areco, en la unidad demostrativa del INTA, bajo la dirección del Ingeniero agrónomo Fernando Mousegne, además de las distintas empresas que participaron brindando los insumos biológicos para llevar a cabo dicho trabajo.

El aumento del consumo del cultivo de maíz ha llegado a adoptar híbridos siendo resultado de la mejora genética de la especie mediante la cruce de dos líneas con características deseables.

Las características que se buscan con esta técnica es mejorar el rendimiento, la composición del grano, la tolerancia a plagas y enfermedades, la adaptación a situaciones de estrés abiótico, resistencia al acame y precocidad entre otras.



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR



## Introducción

La moderna biotecnología abre perspectivas espectaculares para las posibilidades del mejoramiento animal y vegetal.

El mejoramiento genético es una disciplina en constante desarrollo, una combinación de muchas disciplinas, molecular, biológica, biométrica, y fitopatológica.

El mejoramiento genético vegetal es una rama de la agricultura que apunta a manipular la herencia genética de las plantas para desarrollar nueva y mejores variedades de plantas para el uso de la sociedad con el fin de hacerlo más útil.

Se logra con el mejoramiento sustentable el proceso de adaptar cultivos al ambiente en vez de alterar el ambiente para adaptarlo a nuevos cultivos. Una de las prácticas a nivel ambiental es que el incremento de la temperatura global sobre los cultivos ambientes con mayor CO<sub>2</sub>.

El maíz es una gramínea que se trata de una especie diploide, que consta de diez pares de cromosomas ( $2n=2x=10$ ). Se reproduce por semillas resultantes de la fecundación cruzada de ovulos dispuestos en una inflorescencia femenina (espiga), generalmente única y ubicada en posición axial, por granos de polen producidos en una inflorescencia masculina (panoja) ubicada en la porción axial del tallo.

La polinización es anemófila y el porcentaje de autofecundación en condiciones naturales es muy reducido.

La separación de la planta de estructuras florales de distinto sexo permite la aplicación de una variada gama de métodos de mejoramiento y producción de semilla. El mejoramiento genético se basa en la aplicación de selección artificial, esto es la selección deliberada de un grupo de individuos como progenitores de la siguiente generación. El mejoramiento genético de maíz más simple ha sido el realizado durante siglos por los agricultores al seleccionar visualmente por características de la espiga o del grano que se ajustaban a sus necesidades de alimento.

Los híbridos perfectos no existen, es por esta razón que el mercado de semillas tiene gran diversidad y oferta varietal.

#### Historia de los híbridos:

En la Argentina su desarrollo comenzó de forma muy temprana, en las primeras décadas del siglo pasado; no obstante, los vaivenes políticos y económicos demoraron su expansión hasta los años cuarenta.

La base científica de los híbridos modernos de maíz se remonta a hace más de 150 años y se entrelaza con la teoría de la evolución de Charles Darwin y los principios de la herencia descubiertos y descriptos por Gregor Mendel. Sin embargo no sería hasta entrado el siglo XX que un conjunto de teorías genéticas dispersas se concentraron en aplicaciones técnicas del mejoramiento vegetal.

En la Argentina, la historia del maíz híbrido comenzó en forma muy temprana, pero estuvo por muchos períodos afectada por los vaivenes políticos. En 1921 el entonces ministro de Agricultura Tomás Le Breton contrató al genetista norteamericano Thomas Bregger, y este a su vez a los ingenieros agrónomos Raúl Ramella y Herminio Giordano. En 1926 estos profesionales ya tenían sembradas unas 1000 líneas en Pergamino y se efectuaron 8000 autofecundaciones. Sus experiencias ratificaban completamente los trabajos del genetista norteamericano George H. Shull y el rendimiento de los híbridos experimentales de maíz superaba a las variedades de la zona. Bregger fue un precursor en muchos campos y el primero en darse cuenta también de la utilidad de la contraestación para acelerar el proceso de mejoramiento en colaboración con el fitotecnista norteamericano F.D. Richey.

Lamentablemente nadie percibió la importancia de estos trabajos y el contrato de Bregger con el Ministerio de Agricultura se anuló, por lo cual regresó a Estados Unidos a fines de 1927. Sus asistentes locales, Ramella y Giordano, quedaron a cargo del material, pero prácticamente sin recursos.

Mientras esto sucedía, otro protagonista principal fue el ingeniero agrónomo Salomón Horovitz, nacido en Villaguay, Entre Ríos, el 12 de noviembre de 1897. Desde los inicios de su carrera profesional el interés de Horovitz fue claramente hacia la genética y el mejoramiento vegetal, iniciándose en esta tarea antes de 1926. A partir de 1929, pasó a dirigir el Instituto de Genética de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UBA, y durante 1931-32 recibió la beca Guggenheim que le permitió perfeccionarse en la Universidad de Cornell, EEUU. A su regreso al país y desde 1934 fue profesor de genética tanto para la carrera de Agronomía como para la de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA y desde 1938 a 1947 fue también profesor titular de Genética y Fitotecnia de la Facultad de Agronomía de la UNLP. y al mismo tiempo director del Instituto Fitotécnico de Santa Catalina para la misma Universidad. Horovitz trajo de los EE.UU. las ideas de la endocría y vigor híbrido y realizó los primeros desarrollos en Santa Catalina. Pero, los avatares políticos cortaron también todo aquel desarrollo científico, y Horovitz se tuvo que ir del país para radicarse en Venezuela.

Todas estas idas y vueltas afectaron directamente el desarrollo de la genética local para híbridos de maíz, la cual quedó atrasada en más de dos décadas respecto a los EE.UU. Recién en 1945 los ingenieros Antonio Marino y Tomás Luna, fitotecnistas que habían estudiado con Horovitz, desarrollaron y registraron los dos primeros híbridos dobles de maíz (Santa Fe N° 2 y Santa Fe N° 3), obtenidas en la Estación Experimental de Ángel Gallardo del gobierno de la provincia de Santa Fe. Poco tiempo después, en la Estación Experimental de Pergamino, Raúl Abalo y Juan Etchecopar obtuvieron el Pergamino 2, que alcanzó una gran difusión por su rendimiento y calidad de grano. El INTA recién sería creado en 1956 y a partir de allí y fuertemente basado en la Estación Experimental de Pergamino, la cantidad de híbridos de maíz inscriptos se incrementaría notablemente y, a partir de la década del 60, el desarrollo genético se centraría principalmente en la industria privada semillera tanto nacional como multinacional.

Hoy los híbridos de maíz en la Argentina, independientemente si fueron obtenidos por compañías multinacionales o no, provienen fundamentalmente de la investigación y desarrollo realizados en el país y disponen de un

rendimiento potencial comparable al de los mejores programas de fitomejoramiento del mundo. Los híbridos de maíz constituyen la frontera del desarrollo genético y fitotécnico en semillas y los productores argentinos disponen de una oferta de más de una decena de combinaciones biotecnológicas en centenares de plataformas genéticas diferentes en un incremento significativo de la biodiversidad.

### Taxonomía

Reino: *Plantae*

Subdivisión: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Commelinidae*

Orden: *Poales*

Familia: *Gramineae, Poaceae*

Subfamilia: *Panicoideae*

Género: *Zea*

Especie: *Zea mays*



### El cultivo de maíz (*Zea mays* L.)

El maíz, es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género que presenta una gran importancia económica.

El maíz cultivado es una planta completamente domesticada y el hombre y el maíz han vivido y han evolucionado juntos desde tiempos remotos. El maíz no crece en forma salvaje y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Wilkes, 1985; Galinat, 1988; Dowswell, Paliwal y Cantrell, 1996).

Hoy día el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción en millones de toneladas/año, después del trigo, ocasionando que el arroz ocupe el tercer puesto. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea. Esta gramínea es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado, fuente energética o como fuente de un gran número de productos industriales.

La diversidad de usos y de ambientes bajo los cuales puede ser cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otra especie de producción extensiva. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes.

*Maíces según latitudes:*

Tropicales: 0° a los 30° de latitud sur y los 30° de latitud norte.

Subtropicales: entre las latitudes de 30° y 34° de ambos hemisferios.

Templados: más allá de los 34° de latitud sur y norte.

Considérese a esta como una descripción muy general ya que los maíces tropicales, subtropicales y templados no obedecen a límites regionales o latitudinales rígidos.

El cultivo continúa en vías de desarrollo y con el deseo de expandirse a nuevas áreas y a nuevos ambientes aun no explorados.

## Producción mundial

Según el USDA (departamento de agricultura de los Estados Unidos) la producción mundial del cultivo de Maíz de la campaña 2016/2017 se estima en 1.034,77 millones de toneladas, siendo los siguientes países.

La producción se concentra en los países: Estados Unidos con 366.539.000 toneladas producidas, China 215.000.000 toneladas producidas, Brasil 82.000.000 toneladas producidas, Unión Europea 64.275.000 toneladas producidas, Argentina 34.000.000 toneladas producidas.

## Países productores 2016/17

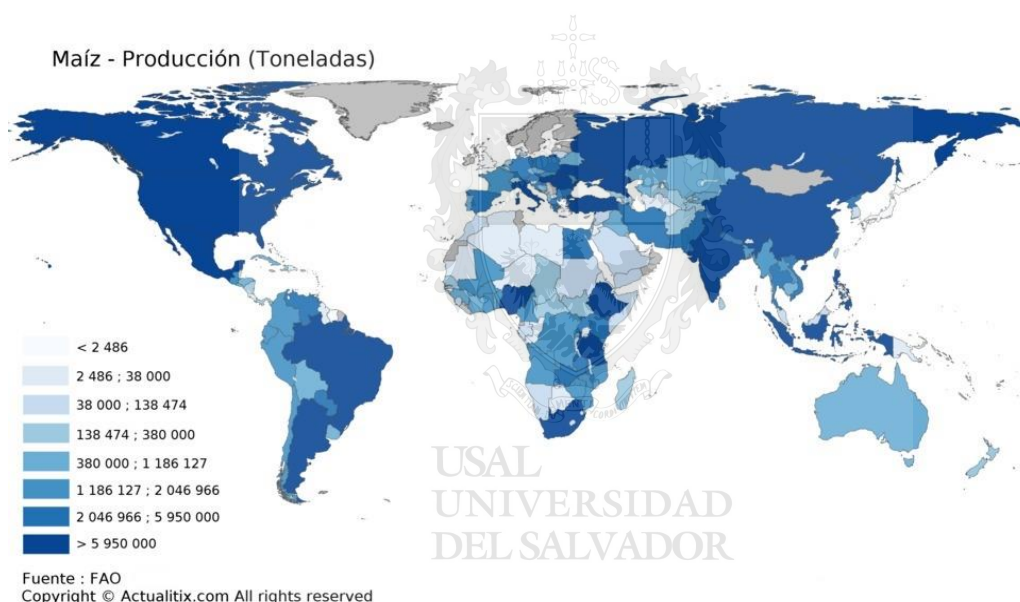


Ilustración 1: Producción de Maíz Mundial 2016/17

## Producción, participación, consumo interno y stock inicial de la campaña 16/17

La tendencia actual de predominio de EEUU y China en la producción mundial se mantuvo durante los últimos 10 años pero con la particularidad de que las productividades de los países fueron aumentando casi proporcionalmente cada año.

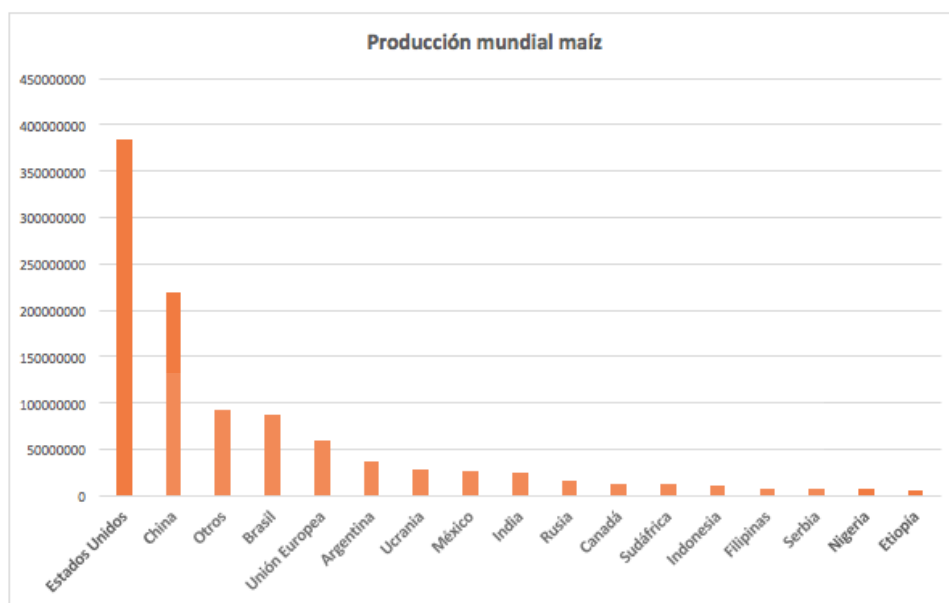


Ilustración 2: Participación mundial de países en la prod. Mundial

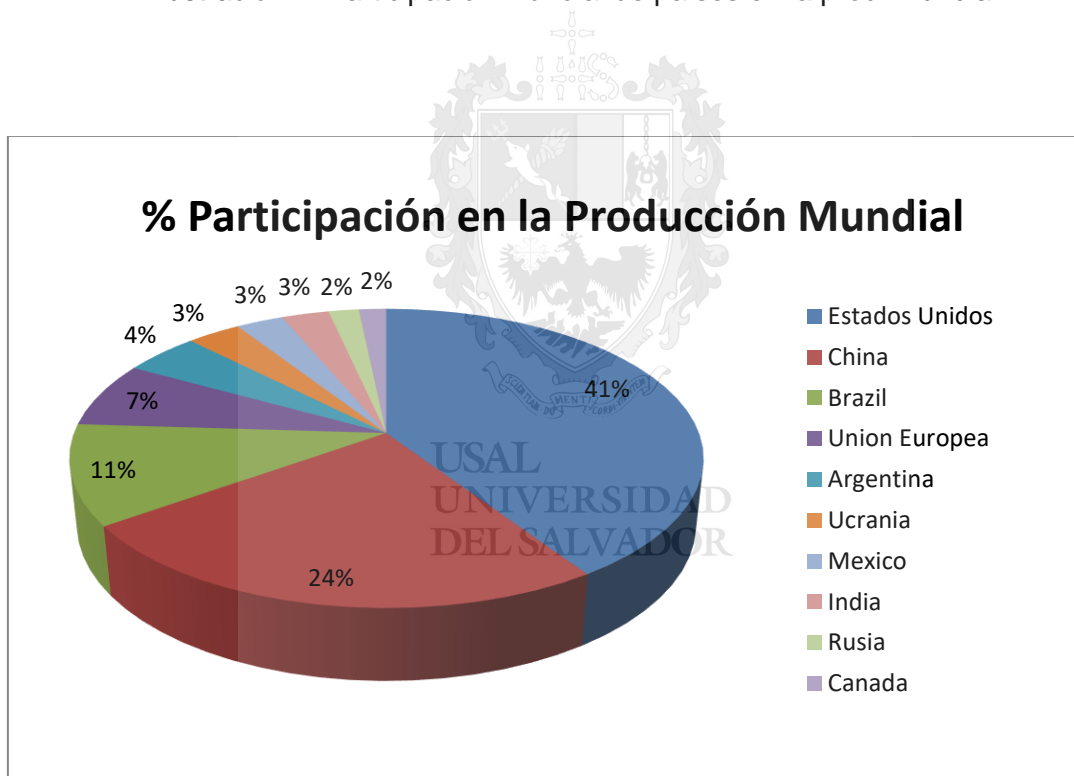


Ilustración 3: % Participación mundial de países en la prod. Mundial

Principales exportadores de maíz en el mundo:

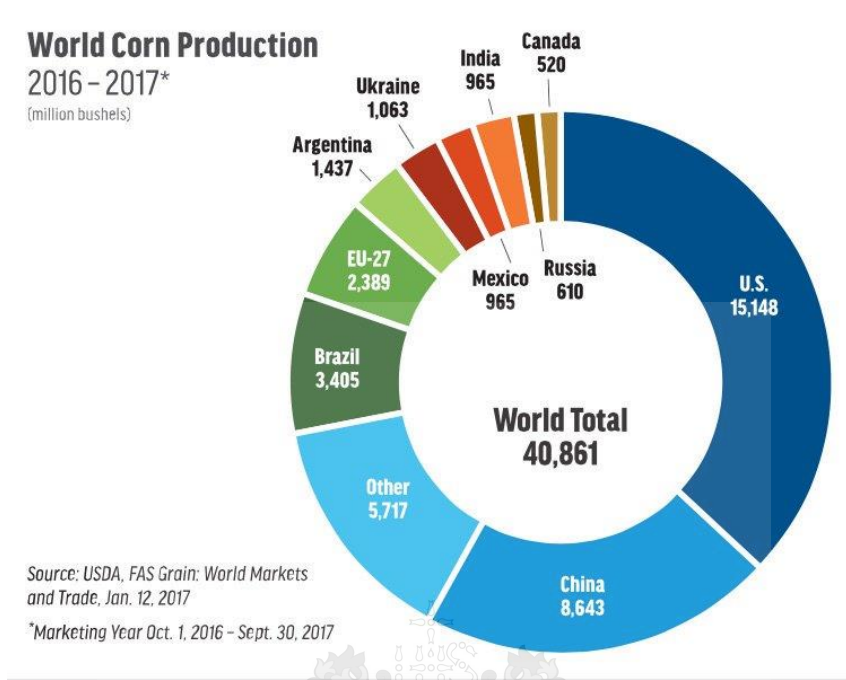


Ilustración 4: Principales exportadores mundiales de maíz.

Balance comercial mundial:

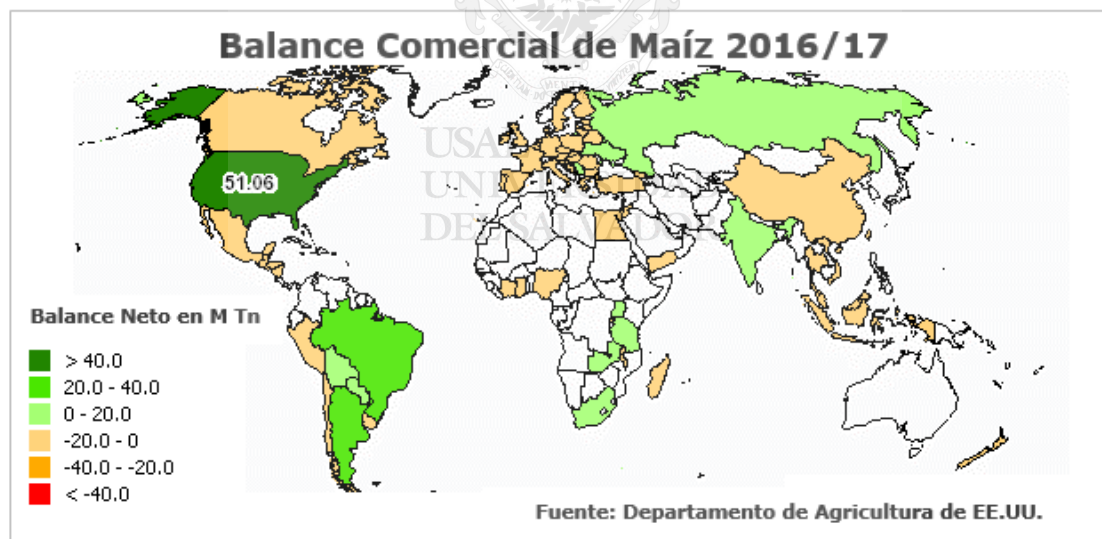


Ilustración 5: Balance comercial mundial

Como se puede ver en la anterior ilustración, claramente EEUU es el dominador del mercado mundial de maíz y el que mayor injerencia posee en la formación de precio de dicho commodity.



## Relación Stock/Consumo Mundial

En el siguiente grafico se muestra la evolución en los últimos años de la relación entre el stock y el consumo mundial pudiendo determinar cómo fue variando el precio de acuerdo con las políticas implementadas en el mundo en relación a la cantidad de maíz que debería ser guardada frente a posibles modificaciones en la producción mundial.



Ilustración 6: Relación Stock/Consumo Mundial

USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

### **Hipótesis :**

El comportamiento de distintos híbridos de maíz presentan diferencias de rendimiento y de resultado económico considerando el mismo el mismo manejo de cultivo

### **Objetivos:**

- Evaluar los componentes de rendimiento y resultados económicos de diferentes híbridos de maíz.
- Identificar cambios en la construcción del rendimiento del maíz según la tecnología biológica utilizada.
- Determinar los híbridos más resistentes y adaptables para la zona.
- Recomendar el híbrido que presente las mejores características agronómicas y de preferencia para el agricultor.

### **Materiales y métodos**

Sitio: San Antonio de Areco

Campaña: 2016/2017

El campo se encuentra sobre la ruta nacional número ocho (RN8).

Coordenadas provenientes de SRTM3 (*Shuttle Radar Topography Mission*) son:

Longitud: -59.569106° Latitud: -34.190198°.

El mismo sistema nos indica una cota de 41 metros.

- La fecha de siembra fue el 4/10/2016
- Con una densidad de 5.5 gr/M lineal, 78.000 pl/ha
- Distanciamiento de 70 centímetros entre surcos.
- fertilización siembra :100 kg MAP, (11-23-0)/ha
- Fertilizacion en V5 200L de VAN, (32-0-0)/ha
- Control de Malezas: Atrazina + Acetaclor, 2L+2L/ha

- En parcelas de 12 surcos de ancho para cada híbrido.
- Variedad de Maíz:

ORDEN	HIBRIDO	EMPRESA
1	SY 875 VIPTERA 3	SYNGENTA
2	KWS 4200 GL STACK	KWS
3	AQ 7229 MQKA	MONSANTO
4	AX 7784 VT3P	NIDERA
5	ARG 7732 BTCL	ARGENETICS
6	I-767 MG RR2	ILLINOIS
7	ARG 7730 BT	ARGENETICS
8	SRM 566 MGRR2	SURSEM
9	SY 2721 TD/TG	SYNGENTA
10	CSM 2104 TLG	CONSUS
11	I-797 VT3P	ILLINOIS
12	SY 840 VIPTERA 3	SYNGENTA
13	AX 7822 VIPTERA3	NIDERA
14	DM 2771 BT3PRO	DON MARIO
15	DK 69-01 VT3PRO	MONSANTO
16	SRM 572 MG	SURSEM
17	DM 2738 MGRR2	DON MARIO
18	I-887 VT3P	ILLINOIS
19	DM EXP-04	DON MARIO
20	AX 7761 VT3P	NIDERA
21	CSM 2072 TBG	CONSUS
22	SRM 570 VT3PRO	SURSEM
23	SY 860 VIPTERA3	SYNGENTA
24	AG 7004 MGRR2	AGRESEED

Tabla 1: variedades de maíz.

Características climáticas de la zona:

- Precipitaciones anuales: 1034,4103mm
- Temperatura Máxima anual: 22,5047°C
- Temperatura Media anual: 165781°C
- Temperatura Mínima anual: 10,5508°C
- Días anuales de granizo: 1,2827

- Días anuales de helada: 18,249
- Humedad relativa anual: 72,1909
- Temperatura de rocío anual: 11,6016



Ilustración 7: Ubicación Ensayo

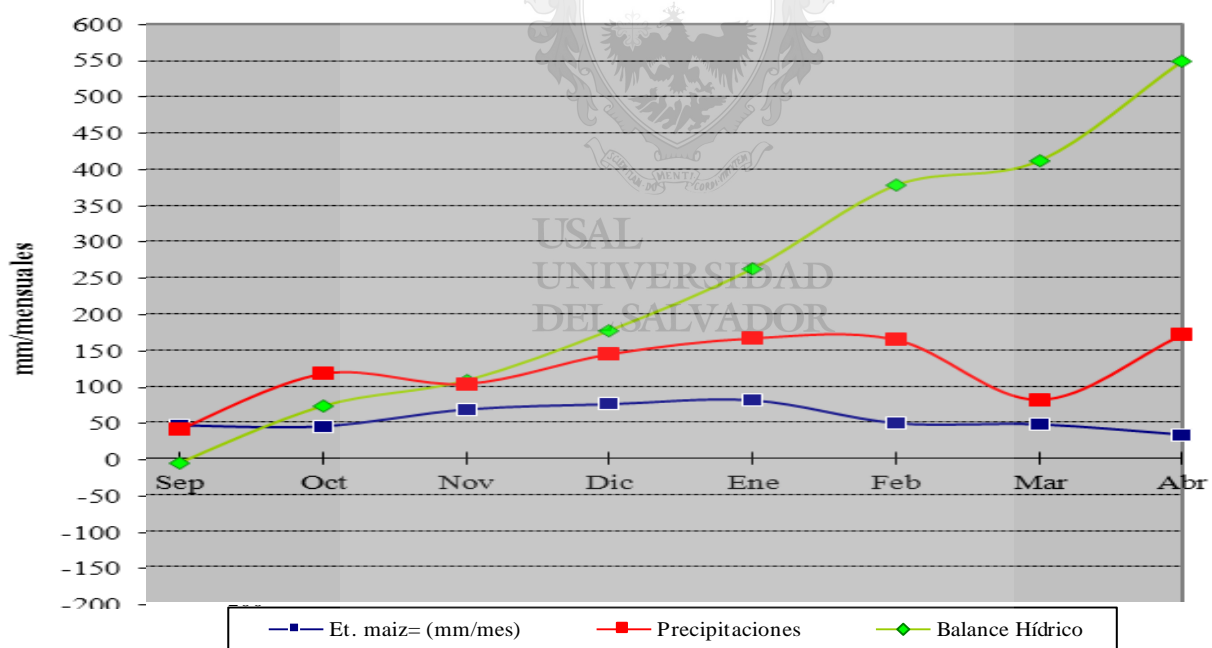


Ilustración 8: Precipitaciones, evapotranspiración y balance hídrico en el desarrollo del cultivo.

### Suelo:

En cuanto a este podemos mencionar que es un suelo tipo *Argiudol típico*, considerado como un suelo liviano, oscuro, profundo y bien drenado, que ocupa un paisaje de lomas planas y extendidas, con desagüe medio. Se ha desarrollado a partir de un sedimento loessico de textura franca a franco limosa.

La parte superficial del suelo se extiende hasta los 20 cm (Horizonte A) es de color gris muy oscuro y provista de materia orgánica, con un 25% de arcillas y estructuras en bloques medios, moderada.

	Profundidad(cm) 0-30	Profundidad(cm) 30-60
Arcilla (%)	22,6	33,2
Limo (%)	63,2	52,9
Arena fina(%)	13,3	13,8
Materia organica (%)	3,82	3,12
Densidad aparente (%)	1,18	1,21
cic (c mol/kg)	22,5	22,8

Tabla 2: Características y propiedades Argiudol típico

### Características de los horizontes subsuperficiales:

#### • **B1:**

Espesor: 14 cm.

Textura: franco – limosa.

Estructura: prismas moderados.

#### • **B2t:**

Espesor: 79 cm., divididos en tres subhorizontes (B21t – B22t – B23t).

Textura: franco – arcillo – limosa a franco - limosa.

Estructura: prismas moderados.

Presenta abundantes barnices.

• **B3:**

Espesor: 39 cm.

Textura: franco – limosa.

Estructura: en bloques.

Presenta abundantes barnices.

• **Cca:**

Espesor : más de 70 cm.

Textura: franco – limosa.

Presenta abundante carbonato de calcio pulverulento y en concreciones; los moteados de hierro – manganeso son escasos.

Series similares: Arroyo Dulce, Pergamino, Capitán Sarmiento, Mercedes, Juncal y Labordeboy.

Limitaciones de uso: toda la serie se halla erosionada por lo menos en grado ligero. Es muy susceptible a la erosión hídrica;

Índice de productividad según la región climática: 72,90 (A).

Rasgos diagnósticos: Epipedón mólico, horizonte argílico entre los 18 y 80 cm. de profundidad; rasgos hidromórficos desde los 18 cm.

Análisis de suelo

<b>Ph</b>	<b>MO</b>	<b>P Bray I</b>	<b>N –Nitratos</b>	<b>S-Sulfatos</b>
	(0-20 cm)	(0-20 cm)	(0-60 cm)	(0-20 cm)
	(%)	(mg kg <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	(mg kg <sup>-1</sup> )
<b>6</b>	2.9	10	53	12

## Historial del lote:

El lote donde se realizó el ensayo comparativo tenía como cultivo antecesor al cultivo de soja, sabiendo que el campo en sus últimos años tuvo una agricultura continua.

### Los labores que se realizaron:

**Pre-siembra:** Se procedió a emplear y manejar un barbecho químico con una dosis de 2 litros de glifosato (N-fosfonometilglicina,  $C_3H_8NO_5P$ ) por hectárea, más 2-4D (2,4- ácidodiclorofenoxiacético,  $C_8H_6Cl_2O_3$ ) del cual se aplicaron 6 litros por hectárea. Su resultado fue muy bueno, el lote quedó en perfectas condiciones. Además de permitir una buena siembra, el suelo quedó libre de malezas durante todo el periodo en el que el maíz se desarrolló, solo comenzó a aparecer con intensidad el *Cynodon dactylon* (L.) “gramón”, cuando ya no afectaba al potencial, el llenado de granos estaba completo, restando solo perder puntos de humedad para poder ser cosechado.

**Inoculación:** El método empleado fue utilizando un tambor giratorio. Su efectividad fue evaluada y se la consideró óptima.

**Siembra:** Fue directa con una Baumer neumática de 6 surcos a una distancia de 70 centímetros. De la cual podemos mencionar que fue fabricada en la localidad de Pergamino, por una pequeña fábrica, dirigida por su dueño Ricardo Baumer.

### **- Introducción a los híbridos de maíz**

El maíz es muy eficiente en la producción de biomasa, debido, entre otros factores, a una elevada tasa fotosintética, a un bajo costo energético de la biomasa producida y a una conveniente arquitectura de planta.

Sin embargo, la posición axilar de su espiga, sujeta a dominancia apical durante la floración, y el hábito de crecimiento de tipo determinado confieren al

maíz inestabilidad en el rendimiento en grano y en el índice de cosecha. El alto potencial de crecimiento y la sensibilidad del rendimiento al estrés hacen del maíz un cultivo de gran capacidad de respuesta al correcto ajuste en el manejo agronómico.

La elección del híbrido a sembrar responde muchas veces a cuestiones subjetivas o conveniencias económicas, comerciales o financieras. Sin embargo es una decisión de manejo que condiciona el éxito del cultivo, ya que una vez tomada no admite correcciones durante la estación de crecimiento. Por lo tanto, resulta conveniente analizar algunos criterios ecofisiológicos que permiten orientar una correcta elección.

### Potencial ambiental

Bajo condiciones de crecimiento sin limitaciones hídricas, nutricionales ni sanitarias, los ambientes de alta radiación solar y temperaturas propias de zona templadas, están asociados con altos rendimientos en maíz . La mayor radiación diaria capturada por el cultivo en floración aumenta su tasa de crecimiento, y por lo tanto su granazón , mientras que la cantidad aprovechada durante el llenado de los granos, garantiza su peso final. Por su parte, las temperaturas templadas prolongan la duración de las etapas del cultivo y el tiempo de aprovechamiento de la oferta radiativa.

En esquemas de alta producción se deben buscar híbridos de elevado potencial de rendimiento, ya que en tales situaciones encontrarán las condiciones necesarias para su expresión, que justifiquen el mayor gasto en semilla. Variaciones en los rendimientos máximos en distintos ambientes reflejan limitaciones climáticas o edáficas no controlables, y su consideración resulta conveniente cuando se pretende la aplicación de altos niveles de insumos en el cultivo a fin de evitar un uso ineficiente de los mismos. Cuando esas limitaciones condicional la expresión del potencial genético, no se justificará la elección de semilla costosa, resultando entonces conveniente orientar la selección por estabilidad de rendimiento. En áreas con adversidades bióticas o abióticas severas (enfermedades foliares y altas temperaturas en las



áreas maiceras del norte del país la selección del híbrido queda condicionada a aquellos genotipos tolerantes a tales adversidades.

### *El largo del ciclo del híbrido*

La longitud del híbrido seleccionado debe corresponder a la estación de crecimiento de la zona, de modo tal que permita un vigoroso crecimiento reproductivo aprovechando los momentos de mayores niveles de radiación lumínica y buenas temperaturas. El empleo de materiales más precoces garantiza un rápido secado del grano y seguridad de cosecha, pero reduce el rendimiento alcanzable al limitar el aprovechamiento de la oferta climática. Por lo tanto, en ausencia de conveniencias comerciales en contrario, deben emplearse híbridos de ciclo completo en cada situación.

En cultivos de secano, sin embargo, la elección de híbridos de ciclo más corto o más largo puede constituirse en una estrategia para evadir la incidencia de limitantes previsibles (térmicas, hídricas o bióticas) sobre las etapas más sensibles del cultivo.

El retraso de la siembra de maíz en la región templada limita los rendimientos alcanzables, y sus efectos negativos son mayores, cuanto mayor sea la latitud del lugar, debido al rápido deterioro de las condiciones ambientales a medida que avanza la estación. Acortar el largo del ciclo del cultivo con la elección de híbridos más precoces en siembras tardías y de segunda, resultará más beneficioso al sur de la región maicera que en la zona núcleo, donde sólo en siembras muy demoradas los maíces de ciclo intermedio superan a los más largos. En cambio, esa estrategia no mejora, y hasta reduce los rendimientos obtenidos en el norte del país, donde es mayor la duración de la estación de crecimiento aprovechable con el cultivo.

### *Respuesta a la densidad*

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez, asociado con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración. Esa relación revela una escasa plasticidad

reproductiva del maíz en baja densidad, donde el número máximo de flores formadas en la espiga limita el aumento del número de granos logrados cuando las plantas crecen a altas tasas. A medida que el crecimiento por planta disminuye por incrementos en la densidad, la caída en el número de granos fijados en la planta se hace cada vez más abrupta, hasta alcanzar un umbral de esterilidad debido al relegamiento que sufre la espiga dentro de la planta en respuesta a mecanismos de dominancia apical. La respuesta a la densidad varía según los híbridos. En densidades subóptimas, los híbridos prolíficos expresarán mayor estabilidad del rendimiento, mientras que en altas densidades su comportamiento dependerá de la estabilidad de la granazón asociada con cambios en las relaciones de la cantidad de granos fijados con la tasa de crecimiento de la planta y con la cantidad de luz que recibe, donde los híbridos con canopeo plástico parecen tener un mejor comportamiento.

La densidad óptima, es decir la menor densidad que posibilita maximizar el rendimiento, se modifica sensiblemente a través de los ambientes, respondiendo a las variaciones en la oferta de recursos para el crecimiento (de clima y de suelo, naturales o agregados). Cuando los recursos para el crecimiento se tornan limitantes, se reduce la capacidad de las plantas para crecer durante la floración y aumenta el riesgo de aborto de granos, a medida que la oferta de recursos ambientales empeora, los rendimientos esperables se reducen, pero serán siempre mayores alrededor de la densidad óptima.

#### *Respuesta al distanciamiento entre surcos*

En la mayoría de los cultivos de maíz bien manejados y con las densidades correctas, se alcanzan las coberturas de suelo necesarias para máxima interceptación de luz antes del inicio del período crítico de la floración, independientemente de la distancia entre los surcos y las ventajas de estrechar surcos son de reducida magnitud o inconsistencia.

El acortamiento de la distancia entre surcos aumenta la proporción de hojas que reciben luz solar directa y reduce la de suelo descubierto, lo que incrementa el consumo de agua por el cultivo en condiciones de secano, dado

que el follaje ofrece menos resistencia a la pérdida de agua que el suelo seco en superficie. Esto puede intensificar los efectos negativos de la instalación de una sequía progresiva sobre la floración, dado que el cultivo consume más agua del suelo en etapas tempranas, limitando la reserva hídrica disponible para el momento crítico, con la consiguiente incidencia sobre la determinación del rendimiento si la sequía no es revertida oportunamente por lluvias. La magnitud de esa merma dependerá de la sensibilidad del híbrido.

La elección de híbridos con mejor estabilidad de caña y el anticipo de la cosecha, deberán ser tenidos en consideración si se usan surcos angostos en planteos de alta producción de maíz.

### Consideraciones

El comportamiento reproductivo del maíz lo hace muy susceptible frente a modificaciones en su manejo (fecha de siembra, densidad de plantas, distanciamiento entre surcos) y se debe prestar especial atención a la elección del híbrido en función de sus particularidades y las del ambiente de cultivo (tanto hídrico como radiactivo, térmico, nutricional y sanitario).

**Conteo de número de plantas por hectárea:** Se realizó el día 25 de noviembre de 2016.

**Conteo de número de granos por espiga:** Se realizó el día 21 de diciembre de 2016.

**Cosecha:** Se realizó el día 24 de marzo de 2017.

## **Diseño experimental**

Híbridos a comparar:

- H1: SY 875 VIPTERA 3, (SYNGENTA)
- H2: KWS 4200 GL STACK, (KWS)
- H3: AQ 7229 MQKA, (MONSANTO)
- H4: AX 7784 VT3P, (NIDERA)
- H5: ARG 7732 BTCL, (ARGENETICS)
- H6: I-767 MG RR2, (ILLINOIS)
- H7: ARG 7730 BT, (ARGENETICS)
- H8: SRM 566 MGRR2, (SURSEM)
- H9: SY 2721 TD/TG, (SYNGENTA)
- H10: CSM 2104 TLG, (CONSUS)
- H11: I-797 VT3P, (ILLINOIS)
- H12: SY 840 VIPTERA 3, (SYNGENTA)
- H13: AX 7822 VIPTERA3, (NIDERA)
- H14: DM 2771 BT3PRO, (DON MARIO)
- H15: DK 69-01 VT3PRO, (MONSANTO)
- H16: SRM 572 MG, (SURSEM)
- H17: DM 2738 MGRR2, (DON MARIO)
- H18: I-887 VT3P, (DON MARIO)
- H19: DM EXP-04, (DON MARIO)
- H20: AX 7761 VT3P, (NIDERA)
- H21: CSM 2072 TBG, (CONSUS)
- H22: SRM 570 VT3PRO, (SURSEM)
- H23: SY 860 VIPTERA3, (SYNGENTA)
- H24: AG 7004 MGRR2, (AGRESEED)

El diseño se realizo con 12 surcos de ancho para cada hibrido continuos de 20 mtr. de largo cada división.

La siembra se realizó con una densidad de 5,5 gramos por metro lineal a un distanciamiento de 70 centímetro y con una fertilización base de 100kg/ha de PMA (Fosfato mono amónico)

Tanto la fertilización, como el control de malezas e insectos se manejan de manera correcta como para lograr un óptimo rendimiento por hectárea. La fertilización en V5 200 L de UAN (32-0-0)/Ha y para su control de maleza se utilizo Atrazina+Acetaclor 2+2 L/Ha .

## Resultados y discusión

### Nº de plantas y nº gr/espiga:

ORDEN	HIBRIDO	EMPRESA	SURCOS	Nº PL/ha	Nº gr/esp
1	SY 875 VIPTERA 3	SYNGENTA	12	83,420	632
2	KWS 4200 GL STACK	KWS	12	73,980	704
3	AQ 7229 MQKA	MONSANTO	12	85,80	664
4	AX 7784 VT3P	NIDERA	12	78,650	624
5	ARG 7732 BTCL	ARGENTICS	12	76,260	582
6	I-767 MG RR2	ILLINOIS	12	78,650	622
7	ARG 7730 BT	ARGENTICS	12	88,180	584
8	SRM 566 MGRR2	SURSEM	12	76,260	675
9	SY 2721 TD/TG	SYNGENTA	12	81,030	544
10	CSM 2104 TLG	CONSUS	12	73,880	560
11	I-797 VT3P	ILLINOIS	12	76,260	664
12	SY 840 VIPTERA 3	SYNGENTA	12	81,030	640
13	AX 7822 VIPTERA3	NIDERA	12	85,800	624
14	DM 2771 BT3PRO	DON MARIO	12	85,800	616
15	DK 69-01 VT3PRO	MONSANTO	12	81,030	642
16	SRM 572 MG	SURSEM	12	85,800	648
17	DM 2738 MGRR2	DON MARIO	12	78,650	569
18	I-887 VT3P	ILLINOIS	12	81,030	642
19	DM EXP-04	DON MARIO	12	76,260	623
20	AX 7761 VT3P	NIDERA	12	83,420	648
21	CSM 2072 TBG	CONSUS	12	81,030	611
22	SRM 570 VT3PRO	SURSEM	12	78,650	576

23	SY 860 VIPTERA3	SYNGENTA	12	81,030	693
24	AG 7004 MGRR2	AGRESEED	12	78,650	680

Tabla 3 :nº plantas y nº gr/espigas

Las observaciones realizadas fueron el número de plantas obtenidas a cosecha, el número de espigas y rendimiento:

ORDEN	HIBRIDO	EMPRESA	Pl/ha	Gr/esp	Rinde kg/ha	Dif s/Promedio
1	AQ 7229 MQKA	MONSANTO	75800	664	12938	9,9
2	AX 7761 VT3P	NIDERA	73420	648	12670	7,6
3	DK 69-10 VT3PRO	MONSANTO	73030	642	12587	6,9
4	DM 2738 MGRR2	DON MARIO	73650	569	12487	6,1
5	SRM 6620 MG	SURSEM	75650	576	12475	6
6	I-887 VT3P	ILLINOIS	71030	642	12193	3,6
7	DM 2772 VT3PRO	DON MARIO	74260	623	12185	3,5
8	SYN 840 VIPTERA 3	SYNGENTA	74030	640	12110	2,9
9	SRM 566 MGRR2	SURSEM	72260	675	12048	2,3
10	KWS 4200 GL STACK	KWS	73980	704	12013	2
11	I-797 VT3P	ILLINOIS	71260	664	12012	2
12	ARG 7730 BT	ARGENETICS	75180	584	11910	1,2
13	SRM 6600 VT3PRO	SURSEM	75800	648	11867	.8
14	AX 7784 VT3P	NIDERA	74650	624	11816	.4
15	SY 860 VIPTERA3	SYNGENTA	74030	693	11778	.08
	<b>Promedio</b>		<b>73772</b>	<b>627</b>	<b>11768</b>	
16	DM 2771 BT3PRO	DON MARIO	75800	616	11316	-3,8
17	I-767 MG RR2	ILLINOIS	75650	622	11246	-4,4
18	SY 2721 TD/TG	SYNGENTA	74030	544	11175	-5
19	ARG 7732 BTCL	ARGENETICS	75260	582	11141	-5,3
20	CSM 2072 TBG	CONSUS	74030	611	11111	-5,5
21	AX 7822 VIPTERA3	NIDERA	75800	624	11039	-6,1
22	AG 7004 MGRR2	AGRESEED	67650	680	11020	-6,3
23	SY 875 VIPTERA 3	SYNGENTA	70420	632	10743	-8,7
24	CSM 2104 TLG	CONSUS	73880	560	10569	-10

Tabla 4: nº plantas, nº de plantas,y rendimientos.

Analizando los resultados obtenidos, observamos que el híbrido **Nº3 :AQ 7229 MQKA (MONSANTO)** fue el que mayor rendimiento obtuvo con un rinde total de 12.938 kilogramos/hectárea, seguido por el **HIBRIDO Nº 20 :AX 7761 VT3P(NIDERA)** con un rinde de 12.670 kilogramos/hectárea y el híbrido **Nº15: DK 69-10 VT3PRO (MONSANTO)** mientras que los demás híbridos obtuvieron rindes por debajo de 12.500 kilogramos/hectárea . Siendo el híbrido con menor rendimiento el **Nº10 CSM 2104 TLG(CONSUS)** con 10.569 kilogramos/hectárea.

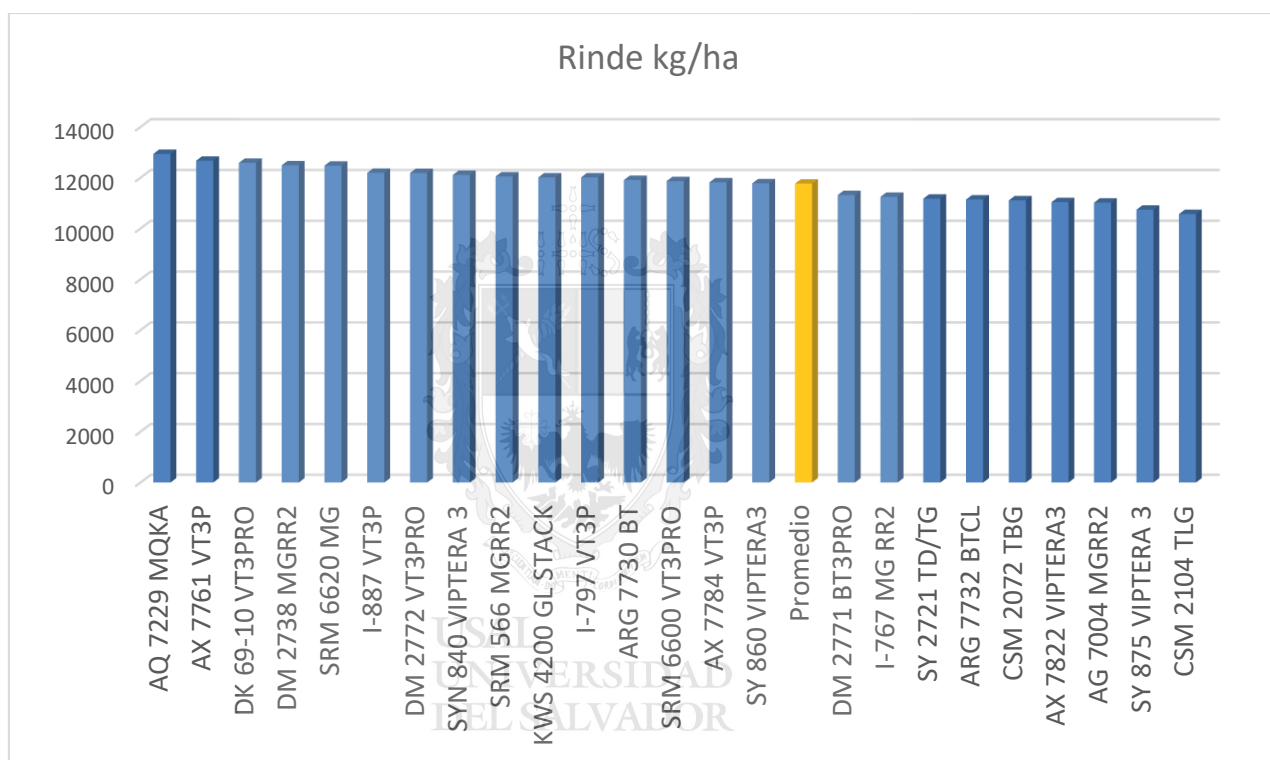


Ilustración 9: Rendimiento por híbrido

Se observa en el gráfico de barras las diferencias de rendimiento en Kilogramos/Hectárea donde cabe mencionar en primer lugar que entre los primeros cinco híbridos, si bien hubo diferencias, estas no fueron lo suficientemente significativas como para tomar partido por una de ellas. Ahora bien, si comparamos con los últimos 9 híbridos si podemos notar una amplia diferencia entre 2.400-1.600 kilogramos / hectárea .

## **Análisis Económico**

Para el inicio de la campaña 2017/2018, las proyecciones de mercado muestran un estancamiento del precio internacional debido a los altos valores de producción y stocks mundiales en las últimas tres campañas, lo que hace que las últimas estimaciones del precio interno esperado a cosecha Marzo / Abril de 2018 sean de 150,8 US\$ /t, un 18,05 % menores a los valores de Marzo/ Abril 2017.

Este ensayo que resulta de gran utilidad desde el punto de vista agronómico se complementa con el cálculo de los márgenes brutos ya que los resultados económicos tienen una importante participación a la hora de tomar una decisión de siembra.

Para la determinación de la variable precio se partió de la cotización del mercado de MATBA para la posición del mes de cosecha, considerándose el valor esperado del maíz con entrega Marzo/Abril 2018.

Para valorizar los costos, se utilizaron los precios vigentes al mes de Junio de 2017, tanto para las labores (valores de contratistas de la zona) como para los gastos de comercialización. Los gastos de cosecha se fijaron en un 8% del ingreso bruto, el costo del seguro, en un 3% del valor de 10.000 kg/ha y el flete se calculó considerando una distancia a puerto de 100 km.

Los precios de los insumos (semilla, agroquímicos y fertilizantes) se tomaron a valor dólar BNA a una cotización de \$16,45 por u\$s. Debe aclarar que el precio de los distintos híbridos considerados puede variar en los próximos meses por tratarse de precios pre-campaña.



## Margen Bruto Promedio en U\$/Ha

ITEMS	U\$/Ha
<b>Labores</b>	
Siembra Directa	43,5
Pulverizaciones Terrestres	13
Fertilizadora	12,5
<b>Total Labores</b>	<b>69</b>
<b>Insumos</b>	
Semilla	161
Herbicidas y Fungicidas	37
Fertilizantes	102
<b>Total Insumos</b>	<b>300</b>
<b>Gastos de Implantación y Protección</b>	<b>369</b>
Cosecha	140
Seguro	45
<b>Total Gastos de Producción (Rendimiento Promedio 11769 kg/ha)</b>	<b>554</b>
<b>Ingresos Netos de Gastos Comerciales y Fletes</b>	<b>1.361,00</b>
<b>Margen Bruto (Promedio)</b>	<b>807</b>

Tabla 5: margen bruto promedio

Determinado el margen bruto para cada híbrido se puede calcular el resultado final del negocio deduciendo al margen obtenido los gastos indirectos, (estructura y/o gerenciamiento) y el costo del arrendamiento.

## Margen Bruto por híbrido expresado en U\$/Ha.

Orden	HIBRIDO	EMPRESA	Margen Bruto U\$/Ha
1	SRM 6620 MG	SURSEM	907
2	AQ 7229 MQKA	MONSANTO	892
3	ARG 7730 BT	ARGENETICS	883
4	DM 2738 MGRR2	DON MARIO	883
5	AX 7761 VT3P	NIDERA	876
6	DK 69-10 VT3PRO	MONSANTO	855

7	SYN 840 VIPTERA 3	SYNGENTA	844
8	DM 2772 VT3PRO	DON MARIO	842
9	KWS 4200 GL STACK	KWS	834
10	SRM 566 MGRR2	SURSEM	826
11	SRM 6600 VT3PRO	SURSEM	824
12	AX 7784 VT3P	NIDERA	821
13	SY 860 VIPTERA3	SYNGENTA	821
14	I-887 VT3P	ILLINOIS	819
	<b>Promedio</b>		<b>807</b>
15	I-797 VT3P	ILLINOIS	800
16	ARG 7732 BTCL	ARGENETICS	794
17	CSM 2072 TBG	CONSUS	781
18	DM 2771 BT3PRO	DON MARIO	757
19	AG 7004 MGRR2	AGRESEED	749
20	SY 2721 TD/TG	SYNGENTA	737
21	I-767 MG RR2	ILLINOIS	720
22	CSM 2104 TLG	CONSUS	719
23	AX 7822 VIPTERA3	NIDERA	706
24	SY 875 VIPTERA 3	SYNGENTA	688

Tabla 6: margen bruto por híbrido.

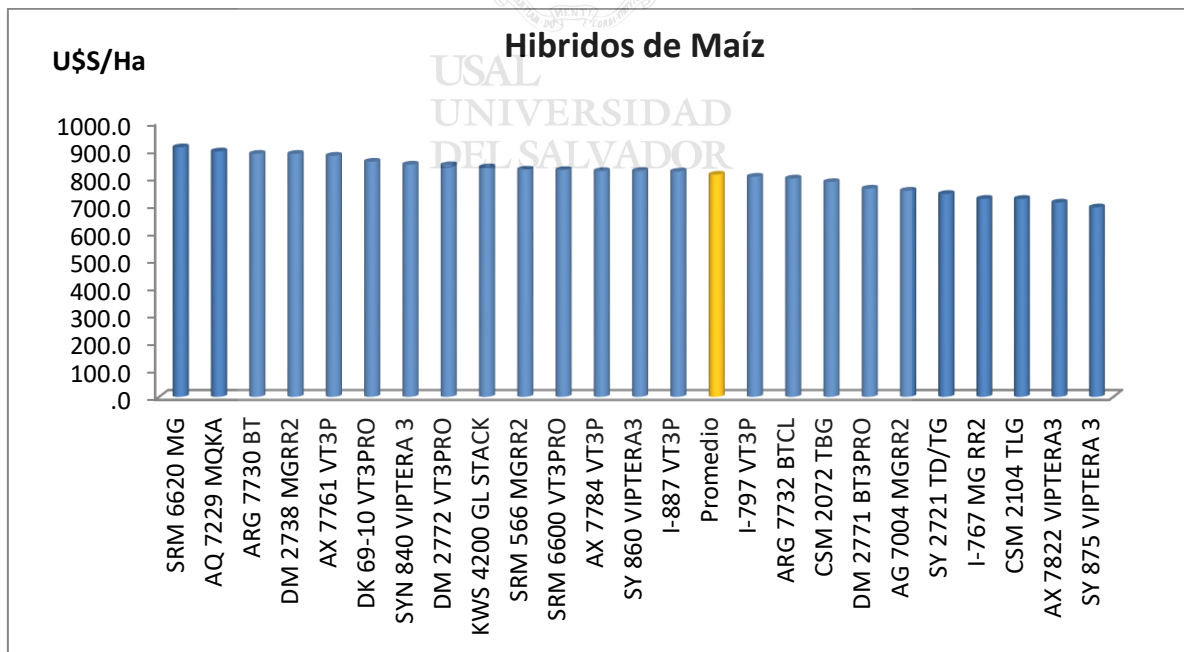


Ilustración 10: Margen bruto por híbrido

## Observaciones

- ✓ Durante el ciclo del cultivo el balance hídrico fue positivo, durante el período de floración no existió déficit de agua. Este aspecto beneficio la fijación de granos y el llenado, produciendo muy buenos rendimientos.
- ✓ Los rendimientos obtenidos son representativos de muchos lotes de la zona para el año de estudio. En general en la zona los rendimientos variaron en función del manejo y fertilización del cultivo.
- ✓ En el área de influencia de la Agencia INTA de San Antonio de Areco no se observaron ataques importantes de barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) durante esta campaña, por lo cual no hubo problemas de quebrado y/o vuelco en los materiales y solo se observó un ataque importante de cotorras en las borduras del ensayo.
- ✓ La planificación de la nutrición del cultivo fue definida para un objetivo de más de 9000 kg/ha, considerando la expectativa de un año “Neutro”, la realidad fue mayores niveles hídricos que los esperados para un cultivo de maíz sembrado temprano con rendimientos superiores a los planificados
- ✓ Es evidente el potencial de rendimientos de todos los híbridos participantes en la experiencia, incluso con algunas diferencias del número de plantas a cosecha. El productor tiene alternativas de elección de híbridos que se ajustan para la zona con muy buenos rendimientos, buena sanidad y variantes de costos.

## Desde el punto de vista económico:

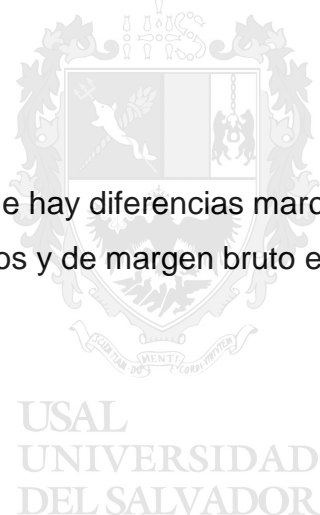
- ✓ Se observa que el margen bruto obtenido es diferente en cada híbrido. Este aspecto es así si consideramos que el costo de implantación es igual para todos los materiales y variable solo el valor de la semilla. En esta

situación un rendimiento medio o alto con un valor de semilla medio o bajo nos permite obtener un mejor margen bruto.

✓ Al analizar los precios de los commodities, es necesario evaluar estrategias que permitan asegurar un resultado económico acorde al esfuerzo productivo; pensando en las coberturas que permiten los mercados de futuros y opciones. Dada la volatilidad de los mercados, una opción de venta (PUT) se presenta como una alternativa que permite además de asegurar un precio, aprovechar posibles subas en los precios de los mismos.

✓ Los costos directos del cultivo de maíz de segunda son fuertemente significativos respecto de los de la soja de primera, cultivo competidor por el uso del suelo, debido a la alta participación de los fertilizantes fosforados y nitrogenados dentro de los mismos, siguiendo en importancia el valor de la semilla.

Hemos resuelto entonces que hay diferencias marcadas en ciertos casos y en otros no tanto de rendimientos y de margen bruto entre los híbridos ante un mismo manejo.



Análisis FODA de la cadena de valor del maíz:

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnología de punta en biotecnología, semillas, agroquímicos, fertilizantes y maquinaria Agrícola.</li> <li>- Rápida adopción de las nuevas tecnologías por parte de los productores argentinos.</li> <li>- Referentes en Latinoamérica en Agricultura de precisión.</li> <li>- Gran difusión de la siembra directa.</li> <li>- Difusión de grandes redes y alianzas para la producción conjunta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mercado de maíz y productos de su transformación en crecimiento.</li> <li>- Posibilidad de uso como materia prima en diversas industrias.</li> <li>- Nuevas industrias de etanol y biogás.</li> <li>- Necesidad de una agricultura sustentable a través de su participación en la rotación de cultivos.</li> <li>- Aparición del concepto de Bioeconomía.</li> </ul>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Políticas públicas comerciales restrictivas.</li> <li>- Falta de coordinación de información de Agricultura de precisión.</li> <li>- Mala infraestructura para el movimiento de granos.</li> <li>- Sobreoferta en el mercado de contratistas agrícolas.</li> <li>- Elevado costo de implantación frente a otros cultivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquemas proteccionistas en el mercado mundial.</li> <li>- Caída de precios internacionales por grandes cosechas en EE.UU. y Brasil.</li> <li>- Incremento de problemas políticos y económicos a nivel local.</li> <li>- Inestabilidad macroeconómica.</li> </ul>

USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

## BIBLIOGRAFIA:

- Bolsa de Comercio de Rosario

<https://www.bcr.com.ar/Pages/Granos/default.aspx>

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria <https://inta.gob.ar/>

- YPF Directo <http://www.ypf.com/productosyservicios/Paginas/YPF-DIRECTO.aspx>

- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos <http://www.usda.gov>

- Ing. Agr. MSc PhD Guillermo H. Eyherabide (2012). Bases para el manejo del cultivo de maíz. Buenos Aires, INTA.

-Ing. Agr. Hector O.Arraig. Evolución del mejoramiento del maíz

